

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
Please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

EP 0 790 727 A2



(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
20.08.1997 Patentblatt 1997/34

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H04L 25/03

(21) Anmeldenummer: 97100483.3

(22) Anmeldetag: 15.01.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: 19.02.1996 CH 430/96

(71) Anmelder: ASCOM TECH AG  
CH-3018 Bern (CH)

(72) Erfinder: Dettmar, Uwe  
5522 Tägerig (CH)

(74) Vertreter: Roshardt, Werner Alfred, Dipl.-Phys. et al  
Keller & Partner  
Patentanwälte AG  
Marktgasse 31  
Postfach  
3000 Bern 7 (CH)

### (54) Verfahren zur Demodulation eines Empfangssignals

(57) Bei einem Verfahren zur Demodulation eines Empfangssignals, welches neben den zu übertragenen Daten eine vorgegebene Synchronisationssequenz enthält, werden zur Schätzung eines Frequenzversatzes ( $\xi$ )

b) mit Hilfe eines Least-square-Verfahrens (2, 3, 4, 5, 6, 7) die Koeffizienten der Kanalstossantwort zu jedem Beobachtungsfenster ermittelt und  
c) der Frequenzversatz - in Form einer Phasendrehung  $\xi$  pro Symbol - gemäss Formel I geschätzt.

a) mindestens zwei nicht überlappende Teilsequenzen der Synchronisationssequenz abgegriffen (1),

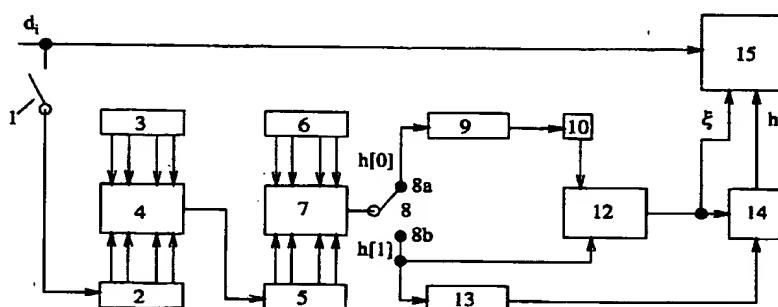


Fig. 1

EP 0 790 727 A2

**Beschreibung****Technisches Gebiet**

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Demodulation eines Empfangssignals, welches neben den zu übertragenen Daten eine vorgegebene Synchronisationssequenz enthält. Weiter betrifft die Erfindung eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

**Stand der Technik**

10 Bei modernen Datenübertragungsverfahren wird häufig eine im voraus bekannte Sequenz mit weitgehend idealen Korrelationseigenschaften als Präambel eingesetzt. Diese ermöglicht Rahmen- und Bitsynchronisation, eine Schätzung der Kanalkoeffizienten und eventuell das Training eines Equalizers.

- In der Praxis kommt es aufgrund von Bauteiltoleranzen immer wieder zu einem Frequenzversatz zwischen den lokalen Oszillatoren in Sender und Empfänger. Wird dieser Frequenzversatz bei der Demodulation nicht berücksichtigt, ist mit einer merklichen Verschlechterung der Performance der Datendetektion zu rechnen. Es sind deshalb schon verschiedene Verfahren für die Frequenzversatzschätzung vorgeschlagen worden. Bekannt ist z.B. die Verwendung einer Nichtlinearität für MSK-Signale (U. Lambrette und H. Meyr, "Two timing recovery algorithm for MSK", IEEE 1994 p1155/9), die Verwendung eines Potenzierverfahrens bei PSK-Signalen (S.N. Crozier, "Theoretical and simulated performance for a novel frequency estimation technique", Communication Research Center Ottawa, pp423-428) oder die Verwendung einer optimalen Synchronisationssequenz, welche das Trägersignal mit Hilfe einer Sequenz konstanter Daten überträgt (Oliver C. Mauss, Stefan Feuchtinger, "Low complexity digital down conversion and frequency correction scheme for burst mode digital radio", IEEE 1993, p621-625).

**25 Darstellung der Erfindung**

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das nicht auf ein bestimmtes Signalformat beschränkt ist und das die bei Störungen problematischen Nichtlinearitäten bekannter Verfahren vermeidet.

- 30 Gemäss der Erfindung besteht die Lösung darin, dass zur Schätzung eines Frequenzversatzes
- mindestens zwei nicht überlappende Teilsequenzen der Synchronisationssequenz abgegriffen werden,
  - mit Hilfe eines Least-square-Verfahrens Koeffizienten je einer Kanalstossantwort für beide Teilsequenzen ermittelt werden und
  - der Frequenzversatz - in Form einer Phasendrehung pro Symbol - gemäss Gleichung I geschätzt wird.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, dass auch mit in ihren Korrelationseigenschaften nicht-idealnen Synchronisationssequenzen gearbeitet werden kann. Die Synchronisationssequenz ist nämlich oft durch einen technischen Standard vorgegeben, welcher bei der Implementation eines Signalempfängers zu berücksichtigen ist. Weiter ist zu beachten, dass eine Synchronisationssequenz als Ganzes durchaus ideale Autokorrelationseigenschaften haben kann, dass dies aber nicht für kürzere Ausschnitte (Teilsequenzen) einer solchen idealen Sequenz gilt.

40 Vorzugsweise wird im Sinn einer Vereinfachung der Frequenzversatz  $\xi$  gemäss Gleichung VI berechnet. Der Rechenaufwand ist kleiner als bei der Schätzung gemäss Formel I. Eine wesentliche Performanceverschlechterung gegenüber der rechenaufwendigeren Schätzung muss dabei nicht hingenommen werden, wenn die Autokorrelations-eigenschaften der Teilsequenzen nicht allzu stark vom Idealfall abweichen. In einer Anwendung, in welcher die Wahl der Synchronisationssequenz freisteht, können die Teilsequenzen im Sinn idealer Autokorrelationseigenschaften festgelegt bzw. abgegriffene werden. Die Schätzung gemäss Formel VI (bzw. XI) wird dann voll befriedigen.

Mit minimalem rechnerischen Zusatzaufwand kann auch die Kanalstossantwort  $h$  ermittelt werden. Gemäss der Erfindung werden dazu die Gleichungen VII-VIII verwendet. Eine Vereinfachung, die sich für Teilsequenzen mit guten (insbesondere idealen) Korrelationseigenschaften eignet, ergibt sich bei der Kanalschätzung gemäss Formel IX (bzw. XII).

Bei beiden Berechnungen der Kanalstossantwort kann eine weitere Reduktion des Rechenaufwandes dadurch erreicht werden, wenn die Kenntnis der Phase von  $h$  nicht benötigt wird. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn die anschliessende Datendetektion mit einem Equalizer durchgeführt wird. Mit Vorteil wird dann einfach angenommen, dass die Kanalstossantwort  $h$  der im zweiten Fenster ermittelten Stossantwort  $h[1]$  entspricht. Der Anfang der Phasen-verschiebung (welche durch den Frequenzversatz bedingt wird) ist dann auf die Mitte des Beobachtungsfensters gelegt. Mit anderen Worten, die Anfangsphase Formel

$$[(N+M)/2+i_1]\xi$$

ist in der geschätzten Kanalstossantwort eingeschlossen und wird durch den Equalizer kompensiert. Dadurch ergibt sich neben der Komplexitätsreduktion folgender Vorteil: Der Schätzfehler des Frequenzversatzes, ausgedrückt als Phasenoffset zwischen benachbarten Empfangssymbolen, akkumuliert sich bis zum Zeitpunkt der Phasenkorrektur. Die Annahme des Beginns der Phasenverschiebung in der Mitte des zweiten Fensters verringert somit den Wert des akkumulierten Schätzfehlers.

Die Teilsequenzen haben vorzugsweise eine Länge im Bereich von mehreren zehn Symbolen (z.B. 50): Die entsprechenden Beobachtungsfenster können im Prinzip unmittelbar aneinander anschliessen, haben aber vorzugsweise einen Abstand, der z.B. mindestens gleich gross wie die Länge einer Teilsequenz ist. Je grösser die Beobachtungsfenster sind, desto geringer ist der störende Einfluss des Rauschens.

Für die Eindeutigkeit von  $\xi$  muss gelten:  $-\pi/\xi < i_1 - i_0 < \pi/\xi$ . Falls Phasenverschiebung und Abstand der Beobachtungsfenster so gross sind, dass es zu einer Phasenmehrdeutigkeit kommt, können weitere Beobachtungsfenster zwischen die bei  $i_0$  und  $i_1$  beginnenden Fenster eingefügt werden, die ein Verfolgen der akkumulierten Phasenänderung ermöglichen. Dadurch können sowohl das Vorzeichen von  $\xi$  als auch die Anzahl der Vielfachen von  $2\pi$ , die möglicherweise in  $(i_1 - i_0)\xi$  enthalten sind, bestimmt werden.

Eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens verfügt über

- 20 a) einen Speicher für die vorgegebenen Symbole der Teilsequenzen,
- b) einen Zwischenspeicher für die im Empfangssignal übertragenen Symbole,
- c) eine Recheneinheit zur Ermittlung der Koeffizienten  $\Theta[0]$  und  $\Theta[1]$  entsprechend den Beobachtungsfenstern,
- d) ein Verzögerungsglied (insbesondere ein Schieberegister) zur Verzögerung der Koeffizienten  $\Theta[1]$  entsprechend dem zeitlichen Abstand der Beobachtungsfenster und
- 25 e) eine Rechenschaltung zur Ermittlung des Frequenzversatzes gemäss Gleichung I.

Bei nicht idealen Teilsequenzen wird zudem ein Speicher für die im voraus berechenbaren Werte der Matrix  $\Phi$  und eine Rechenschaltung zur Auswertung der Gleichung II eingesetzt. Im übrigern können zur Durchführung der beschriebenen bevorzugten Verfahren einfach die entsprechenden Formeln einprogrammiert werden.

30 Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen ergeben sich aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamttheit der Patentansprüche.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

35 Die zur Erläuterung der Ausführungsbeispiele verwendeten Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 Ein Blockschaltbild eines erfindungsgemässen Empfängers mit Schätzung des Frequenzversatzes und der Kanalstossantwort;
- 40 Fig. 2 ein Blockschaltbild einer für nicht ideale Synchronisationssequenzen zusätzlich verwendeten Rechenschaltung;
- Fig. 3 ein Blockschaltbild zur Bestimmung des Frequenzversatzes;
- 45 Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Schaltungsanordnung zur Berechnung der Vektorgrösse  $\Theta^*$  für die Beobachtungsfenster.

In den Figuren sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

### Wege zur Ausführung der Erfindung

Fig. 1 zeigt beispielhaft ein Blockschaltbild eines erfindungsgemässen Empfängers (Basisbanddarstellung). Die Detektion der empfangenen Symbole  $d_i$  erfolgt z.B. mit einem Equalizer 15 oder einer anderen an sich bekannten Detektionsschaltung. Die eigentlichen Daten sind angeführt durch eine sog. Synchronisationssequenz. Es handelt sich dabei um eine vorgegebene Sequenz von Symbolen, welche dem Empfänger im voraus bekannt sind. Die Synchronisationssequenz hat z.B. eine Länge von 400 Symbolen. Gemäss der Erfindung werden mit einem Schalter 1 z.B. zwei Teilsequenzen der Synchronisationssequenz abgetastet. Die Teilsequenzen definieren entsprechende Beobachtungsfenster. Sie dürfen sich nicht überlagern.

Für die nachfolgende Beschreibung wird folgende Konvention vorausgesetzt: Die Symbole der Synchronisations-

sequenz tragen den Index  $i$ , welcher z.B. von 1-400 läuft (Gesamtlänge der Synchronisationssequenz). Die erste Teilsequenz beginnt bei einem im voraus bestimmten Index  $i_0$  und läuft bis  $i_0+N-1$ . Sinngemäß läuft die zweite Teilsequenz von  $i_1$  bis  $i_1+N-1$ .  $N$  bezeichnet also die Länge der beiden Teilsequenzen bzw. Beobachtungsfenster.

Wie auch aus Fig. 4 ersichtlich ist, werden die abgetasteten Symbole  $d_i$  in einen Zwischenspeicher 2 gegeben. Ein Festwertspeicher 3 enthält die im voraus bekannten Symbolwerte  $u^{*}_{i_0+1}$  bis  $u^{*}_{i_0+N}$  der ersten Teilsequenz und die Werte  $u^{*}_{i_1+1}$  bis  $u^{*}_{i_1+N}$  der zweiten. Mit der Rechenschaltung 4 wird nun die Formel V ausgewertet.  $M$  bezeichnet die Anzahl der (berücksichtigten) Koeffizienten der Kanalstossantwort. Es resultieren also zwei Vektoren  $\Theta^*[0]$  und  $\Theta^*[1]$ .  $\Theta^*[0]$  bezeichnet dabei die zum ersten Abtastfenster  $[i_0]$  und  $\Theta^*[1]$  die zum zweiten Abtastfenster  $[i_1]$  gehörenden Werte. Der Stern steht für konjugiert komplex.

In der nachfolgenden Stufe (vgl. auch Fig. 2) werden die Koeffizienten  $h[0]$  und  $h[1]$  der Kanalstossantwort in den beiden Beobachtungsfenstern berechnet. Zu diesem Zweck werden die Werte  $\Theta^*[0]$  und  $\Theta^*[1]$  in einen Zwischenspeicher 5 abgelegt. Ein Festwertspeicher 6 enthält die Matrixwerte  $\Phi_{t,k}$  gemäß Gleichung III. Wie bereits erwähnt, sind die Symbole  $u_i$  der Teilsequenzen im voraus bekannt, so dass die genannten Matrixwerte  $\Phi_{t,k}$  bei der Implementierung der Empfängerschaltung berechnet werden können. Mit einer Rechenschaltung 7 kann also für beide Beobachtungsfenster aus der invertierten Matrix  $\Phi^{-1}$  der Koeffizientenvektor  $h$  gemäß Gleichung II berechnet werden.

Ein Umschalter 8 (ausgangsseitig der Rechenschaltung 7) steht zuerst in einer Schalterposition 8a und übergibt alle Koeffizienten  $h[0]$  an ein Verzögerungsglied 9. Danach wird auf die Schalterposition 8b umgeschaltet, in welcher die Koeffizienten  $h[1]$  sowohl an den Multiplizierer 11 (vgl. Fig. 3) als auch an ein Verzögerungsglied 13 gegeben werden. Das Verzögerungsglied 9 hält die Koeffizienten für eine Zeitdauer  $(i_1-i_0)T$  zurück ( $T$ =Symboldauer). Dann werden die Koeffizienten des ersten Abtastfensters über eine Schaltung 10, welche die konjugiert komplexen Werte bildet, an den Multiplizierer 11 in der Rechenschaltung 12 gegeben. Mit einem Akkumulator 16 werden  $M$  Werte aufsummiert. Es resultiert ein komplexer Wert, von welchem das Argument (z.B. mit der Arctan-Funktion) bestimmt wird. Nach einer Multiplikation mit dem Konstantwert  $1/(i_1-i_0)$  resultiert die gesuchte Phasendrehung  $\xi$  pro Symbol (Frequenzversatz). Mit der Rechenschaltung 12 wurde also die Gleichung I ausgewertet.

Mit den bis anhin beschriebenen Teilen der Schaltungsanordnung wurden die Formeln I bis V ausgewertet.

Um eine Schätzung der Kanalstossantwort  $h$  zu ermitteln, werden die Koeffizienten  $h[1]$  mit einem Verzögerungsglied 13 um ein  $M$ -faches der Symboldauer  $T$  verzögert. In einer Rechenschaltung 14 wird schliesslich auf der Basis des geschätzten Frequenzversatzes der Koeffizientenvektor  $h$  gemäß den Gleichungen VII und VIII bestimmt.

Die soeben beschriebene Ausführungsform ist im Prinzip für beliebige Synchronisationssequenzen geeignet. Für Teilsequenzen mit guten oder sogar idealen Autokorrelationseigenschaften können die Abläufe vereinfacht werden. Kurz gesagt, fällt die Zwischenstufe mit der Rechenschaltung 7 weg. Mathematisch gesprochen geht es da nur noch um die Auswertung der Formeln VI und IX.

Alternativ können dann auch die Korrelationskoeffizienten  $R_k$  nach Formel (X) ermittelt werden, um daraus die Phasendrehung  $\xi$  und die Koeffizienten der Impulsantwort  $h$  nach den Formeln (XI) und (XII) zu berechnen.

Die zuerst beschriebenen Ausführungsbeispiele unterscheiden sich vom zuletzt beschriebenen dadurch, dass im einen Fall die im Speicher 3 enthaltene Sequenz und im anderen die im Speicher 2 enthaltene länger ist. Es wird jeweils die kürzere Sequenz über die längere "geschoben". Somit kann die Berechnung der Korrelationskoeffizienten  $R_k$  der Zwischenspeicher 2 eingespart werden.

Auf die Rechenschaltung 14 kann verzichtet werden, wenn es genügt, die relative Grösse der Koeffizienten der Kanalstossantwort zu kennen. Der Equalizer 15 kann z.B. eine entsprechende konstante Phasenschiebung der Symbole mitberechnen.

Der Zwischenspeicher 2 kann z.B. als einfaches Schieberegister ausgebildet sein. Das heisst, die empfangenen Symbole  $d_i$  werden - im Sinn einer Korrelation - über die abgespeicherten Teilsequenzen geschoben.

Von Vorteil ist, wenn die Beobachtungsfenster so gewählt werden, dass  $\Phi[0]=\Phi[1]$  ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird mit Vorteil durch einen speziellen DSP (Digital Signal Processor) durchgeführt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass durch die Erfindung ein Verfahren zur Schätzung des Frequenzversatzes und wahlweise der Kanalstossantwort geschaffen worden ist, welches im wesentlichen unabhängig vom SignalfORMAT ist. Entsprechend breit ist der Einsatzbereich dieses Verfahrens.

## Formeln

5       $\xi = \frac{1}{i_1 - i_0} \arg \{ h^T(1) h^*(0) \}$       I

10      $h^* = \Phi^{-1} \Theta$       II

15      $\Phi_{t,k} = \sum_{i=M}^N u_{i-k} u^*_{i-t}, \quad 0 \leq t, k \leq M-1$       III

20      $\Theta = (\Theta_0, \Theta_{-1}, \dots, \Theta_{-(M+1)})^T$       IV

25      $\Theta_{-k} = \sum_{i=M}^N u_{i-k} d^*_{i-k}, \quad 0 \leq k \leq M-1$       V

25      $\xi = \frac{1}{i_1 - i_0} \arg \{ \Theta^H(1) \Theta(0) \}$       VI

30      $h = h(0) \exp(-j i_1 \xi) (N - M + 1) / K^*$       VII

35      $K = \frac{\exp(-j(N+1)\xi) - \exp(-jM\xi)}{\exp(-j\xi) - 1}$       VIII

35      $h = \Theta^*(1) \exp(-j i_1 \xi) / K^*$       IX

40      $R_k = \sum_{i=M}^N u_i d^*_{i+k}, \quad 0 \leq k \leq M-1$       (X)

45      $\xi = \frac{1}{i_1 - i_0} \arg \{ R^H[1] R[0] \}$       (XI)

45      $h = R^*[1] \exp(-j i_1 \xi) / K^*$       (XII)

50     Patentansprüche

1. Verfahren zur Demodulation eines Empfangssignals, welches neben den zu übertragenden Daten eine vorgegebene Synchronisationssequenz enthält, dadurch gekennzeichnet, dass zur Schätzung eines Frequenzversatzes  $\xi$
- 55     a) mindestens zwei nicht überlappende Teilsequenzen ( $d_{i0}$  bis  $d_{i0+N}$ ;  $d_{i1}$  bis  $d_{i1+N}$ ) der Synchronisationssequenz abgegriffen werden,  
 b) mit Hilfe eines Least-square-Verfahrens Koeffizienten  $h[0]$ ,  $h[1]$  je einer Kanalstossantwort für beide Teilsequenzen ( $d_{i0}$  bis  $d_{i0+N}$ ;  $d_{i1}$  bis  $d_{i1+N}$ ) ermittelt werden und

c) der Frequenzversatz  $\xi$  - in Form einer Phasendrehung pro Symbol - gemäss Gleichung I geschätzt wird.

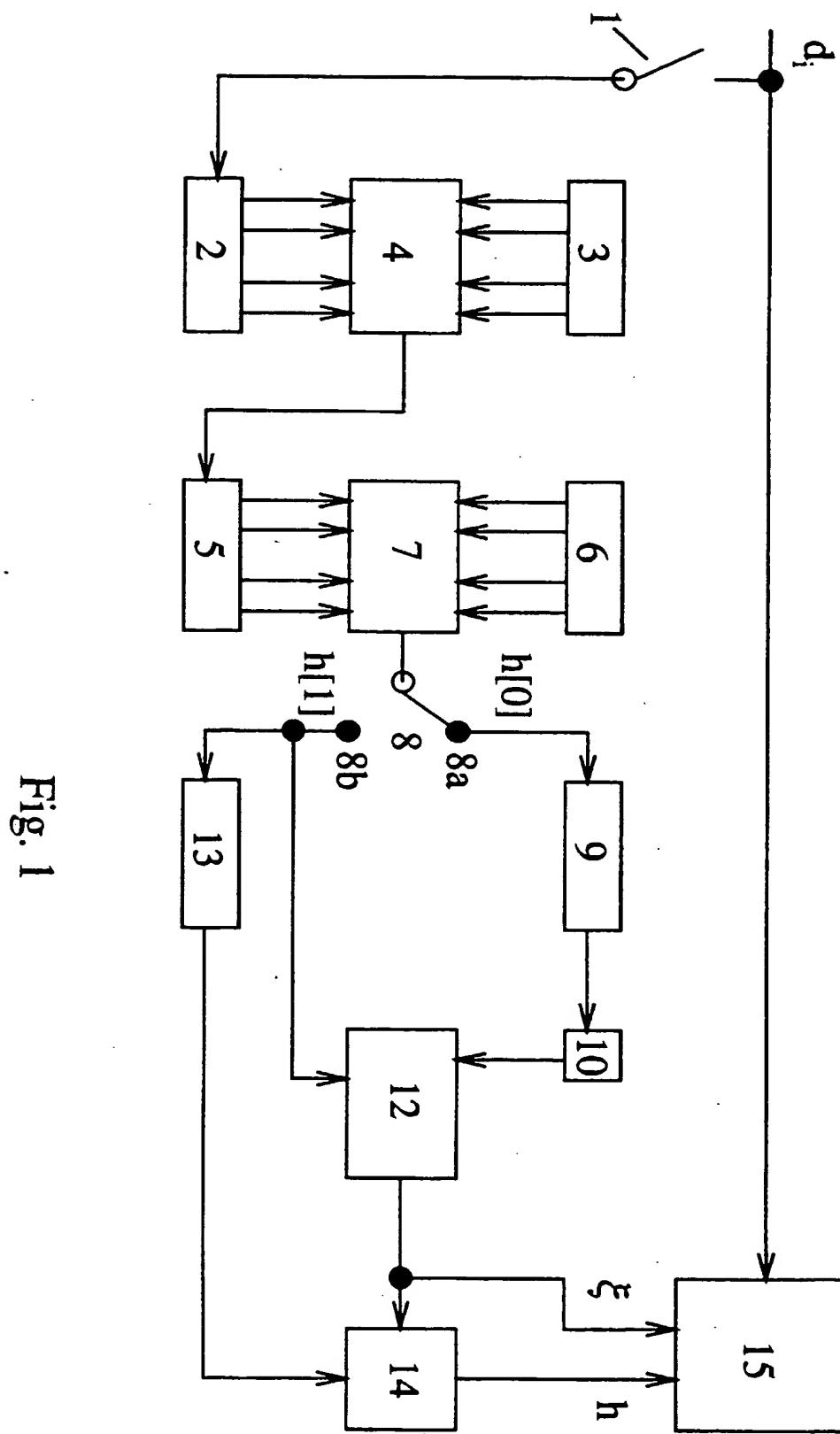
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Sinn einer Vereinfachung der Frequenzversatz gemäss Formel VI ermittelt wird.  
5
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Koeffizienten  $h$  der Kanalstos-santwort gemäss Formel VII geschätzt werden.  
10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Koeffizienten  $h$  der Kanalstos-santwort gemäss Formel IX geschätzt werden.  
15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass drei oder mehr nicht überlappende Teilsequenzen abgegriffen werden.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Koeffizienten  $h$  gemäss Formel XII und der Fre-quenzversatz  $\xi$  gemäss Formel XI ermittelt werden.  
20
7. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2, mit
  - a) einem Speicher (3) für die vorgegebenen Symbole der Teilsequenzen,
  - b) einem Zwischenspeicher (2) für die im Empfangssignal übertragenen Symbole ( $d_i$ ),
  - c) einer Rechenschaltung (4) zur Ermittlung der Koeffizienten  $h[0]$  und  $h[1]$  der mindestens zwei Beobach-tungsfenster,
  - d) einen Verzögerungsglied (9) zur Verzögerung der Koeffizienten  $h[0]$  entsprechend einem zeitlichen Abstand ( $i_1-i_0$ )T der Beobachtungsfenster und  
25
  - e) einer Rechenschaltung (12) zur Berechnung des Frequenzversatzes gemäss Formel VI oder XI.
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein Speicher (6) und eine Rechenschal-tung (7) zur Auswertung der Gleichung II vorgesehen sind.  
30

35

40

45

50



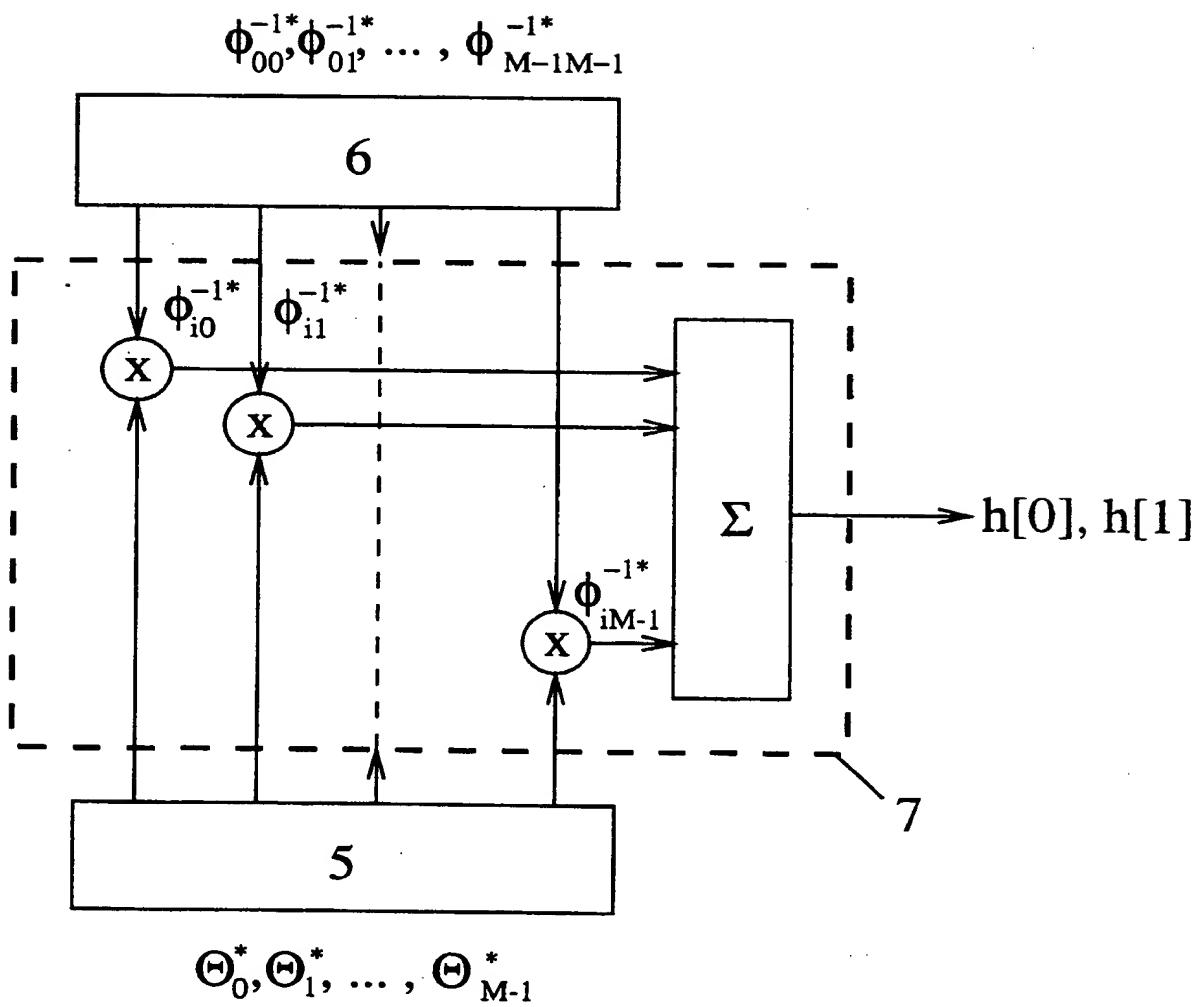


Fig. 2

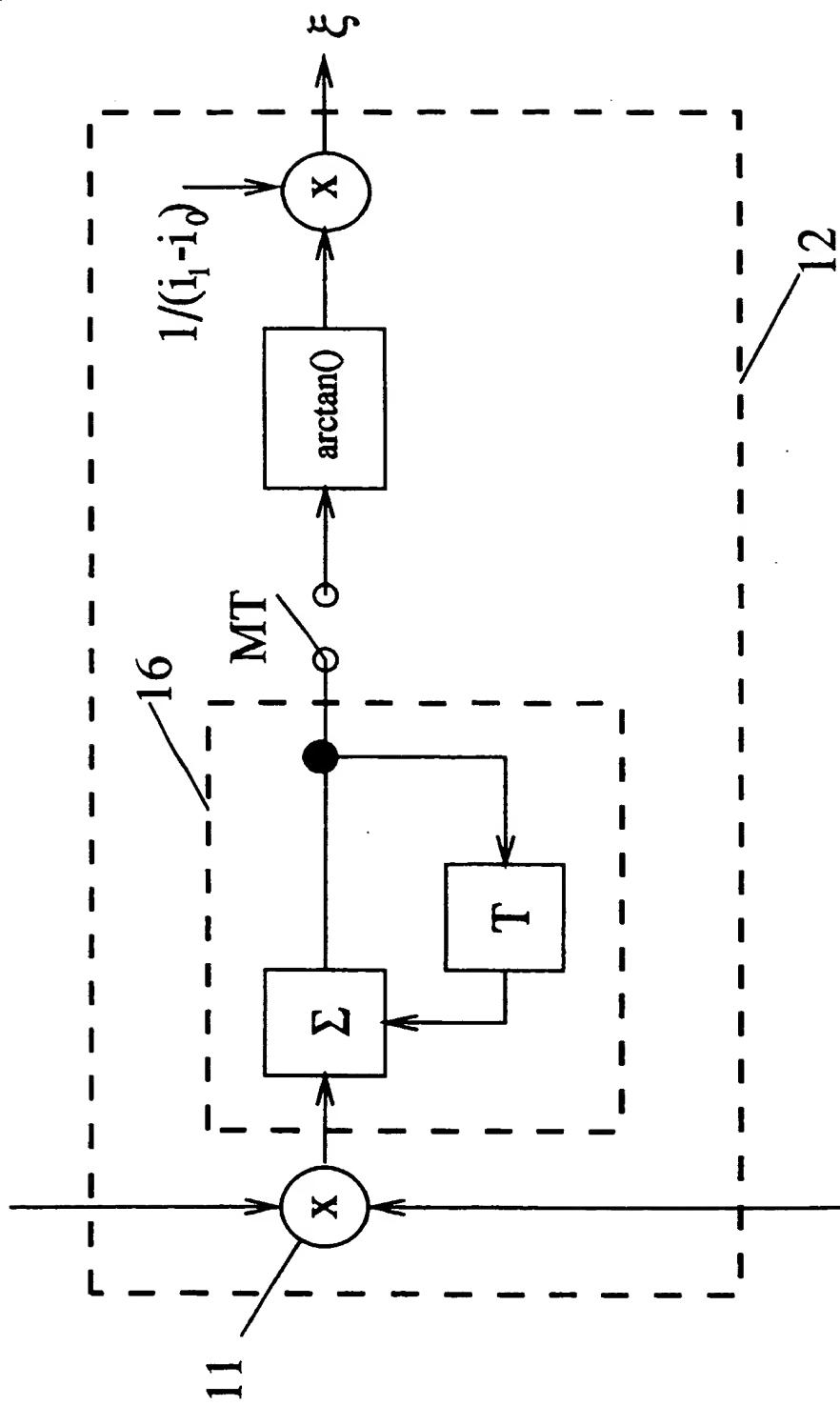


Fig. 3

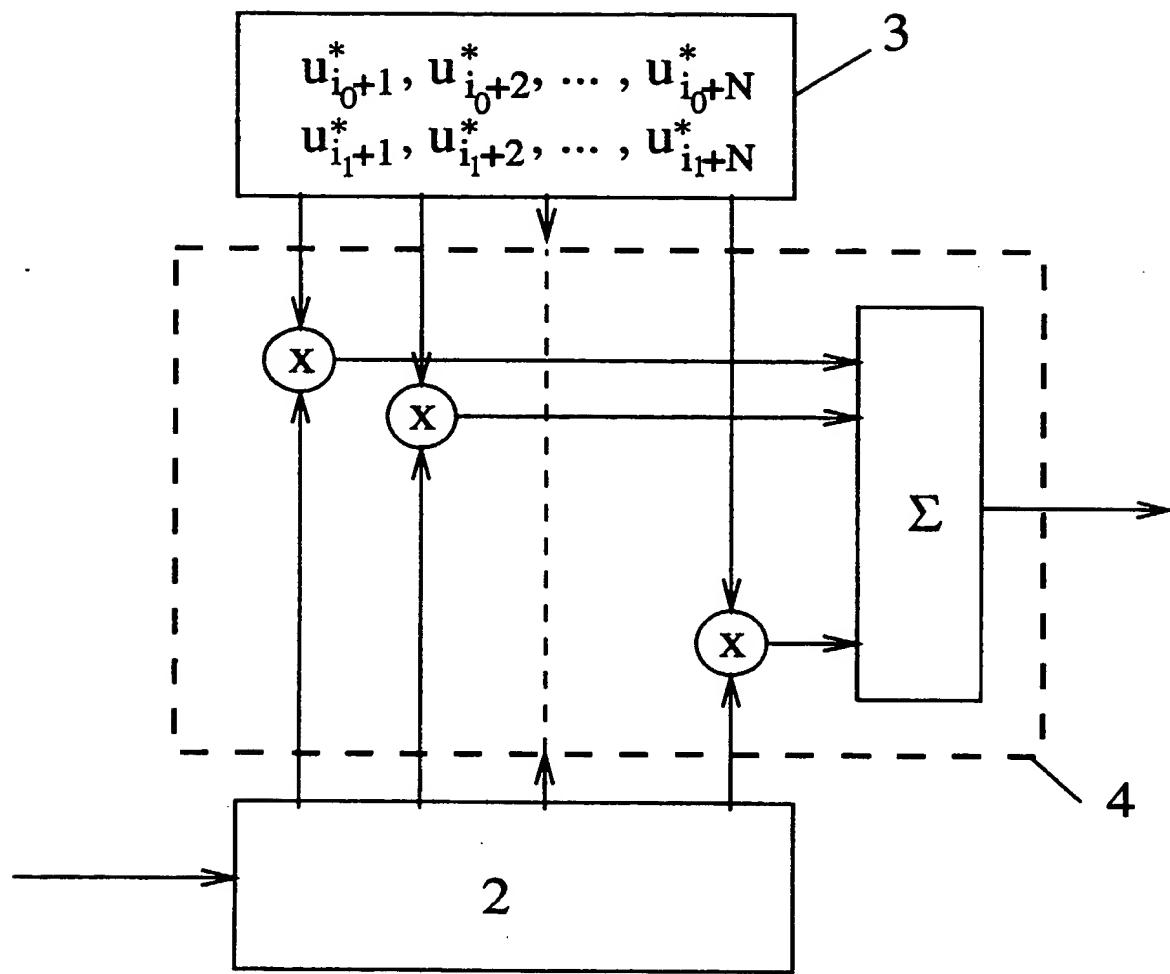


Fig. 4

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

EP 0 790 727 A3

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
23.06.1999 Patentblatt 1999/25

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H04L 25/03

(43) Veröffentlichungstag A2:  
20.08.1997 Patentblatt 1997/34

(21) Anmeldenummer: 97100483.3

(22) Anmelddatum: 15.01.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB IT LI NL SE

(74) Vertreter:  
Roshardt, Werner Alfred, Dipl.-Phys. et al  
Keller & Partner  
Patentanwälte AG  
Zeughausgasse 5  
Postfach  
3000 Bern 7 (CH)

(30) Priorität: 19.02.1996 CH 43096

(71) Anmelder: ASCOM TECH AG  
3018 Bern (CH)

(72) Erfinder: Dettmar, Uwe  
5522 Tägerig (CH)

### (54) Verfahren zur Demodulation eines Empfangssignals

(57) Bei einem Verfahren zur Demodulation eines Empfangssignals, welches neben den zu übertragenen Daten eine vorgegebene Synchronisationssequenz enthält, werden zur Schätzung eines Frequenzversatzes ( $\xi$ )

b) mit Hilfe eines Least-square-Verfahrens (2, 3, 4, 5, 6, 7) die Koeffizienten der Kanalstossantwort zu jedem Beobachtungsfenster ermittelt und

c) der Frequenzversatz - in Form einer Phasendrehung  $\xi$  pro Symbol - gemäss Formel I geschätzt.

a) mindestens zwei nicht überlappende Teilsequenzen der Synchronisationssequenz abgegriffen (1).

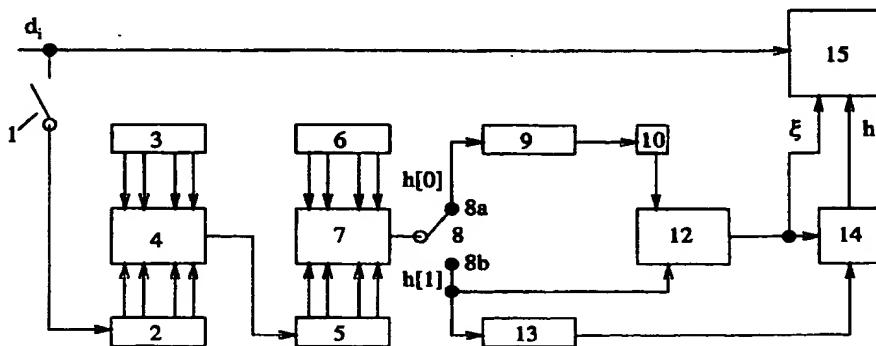


Fig. 1

EP 0 790 727 A3



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 10 0483

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 5 440 589 A (HIRAO KYOKO ET AL) 8. August 1995 * Zusammenfassung; Abbildungen 9,10 *	1,2,6	H04L25/03
Y	* Spalte 3, Zeile 5 - Zeile 22 * * Spalte 20, Zeile 14 - Zeile 30 *	7,8	
A	* Spalte 20, Zeile 52 - Zeile 64 * ---	3-5	
Y	US 5 422 917 A (SCOTT KENNETH E) 6. Juni 1995 * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Spalte 2, Zeile 26 - Zeile 39 *	7,8	
A	* Spalte 3, Zeile 38 - Zeile 44 * * Spalte 3, Zeile 62 - Spalte 4, Zeile 3 * * Spalte 4, Zeile 10 - Zeile 19 *	1,2,6	
A	US 5 471 501 A (WATSON JOHN L ET AL) 28. November 1995 * Zusammenfassung; Abbildungen 3,5,6A,6B * * Spalte 7, Zeile 45 - Spalte 8, Zeile 10 * * Spalte 9, Zeile 25 - Zeile 29 * * Spalte 9, Zeile 41 - Zeile 44 * * Spalte 9, Zeile 51 - Zeile 56 *	1,2,6-8	
A	US 4 674 103 A (CHEVILLAT PIERRE R ET AL) 16. Juni 1987 * Zusammenfassung; Abbildungen 2,3 * * Spalte 3, Zeile 30 - Zeile 49 * * Spalte 4, Zeile 25 - Zeile 40 * * Spalte 4, Zeile 63 - Zeile 66 * * Spalte 7, Zeile 40 - Zeile 60 *	1,2,6-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) H04L
	---	-/-	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	27. April 1999	Papantoniou, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 10 0483

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 4 577 328 A (SENOO KEIICHI) 18. März 1986 * Zusammenfassung; Abbildung 3 * * Spalte 1, Zeile 43 – Zeile 67 * * Spalte 2, Zeile 11 – Zeile 31 * * Spalte 3, Zeile 10 – Zeile 30 * * Spalte 3, Zeile 45 – Zeile 50 * * Spalte 6, Zeile 51 – Spalte 7, Zeile 4 *	1, 2, 6-8	
P, X	DETTMAR U: "Combined channel estimation and frequency correction for packet oriented mobile communication systems" SEVENTH IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PERSONAL, INDOOR AND MOBILE RADIO COMMUNICATIONS. PIMRC'96 (CAT. NO.96TH8240), PROCEEDINGS OF PIMRC '96 – 7TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PERSONAL, INDOOR, AND MOBILE COMMUNICATIONS, TAIPEI, TAIWAN, 15-18 OCT. 1, Seiten 334-338 vol.2, XP002100822 ISBN 0-7803-3692-5, 1996, New York, NY, USA, IEEE, USA * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Seite 335, linke Spalte, Zeile 5 – Zeile 19 * * Seite 335, rechte Spalte, Zeile 11 – Zeile 25 * * Seite 336, linke Spalte, Zeile 9 – Zeile 13 *	1-4	
A		5-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	27. April 1999		Papantoniou, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
O : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
Z : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 97 10 0483

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-04-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5440589	A	08-08-1995		JP 6244891 A GB 2275394 A,B GB 2307156 A,B GB 2307157 A,B		02-09-1994 24-08-1994 14-05-1997 14-05-1997
US 5422917	A	06-06-1995		CA 2103299 A		05-07-1994
US 5471501	A	28-11-1995		US 5263026 A AT 165702 T AU 643147 B AU 1854592 A AU 4607993 A AU 4609993 A CA 2068964 A DE 69225274 D DE 69225274 T EP 0520969 A FI 922388 A JP 5327785 A JP 8028751 B KR 9606476 B US 5537419 A US 5563888 A		16-11-1993 15-05-1998 04-11-1993 07-01-1993 25-11-1993 25-11-1993 28-12-1992 04-06-1998 14-01-1999 30-12-1992 28-12-1992 10-12-1993 21-03-1996 16-05-1996 16-07-1996 08-10-1996
US 4674103	A	16-06-1987		EP 0211995 A JP 1792287 C JP 4076542 B JP 62049730 A		04-03-1987 14-10-1993 03-12-1992 04-03-1987
US 4577328	A	18-03-1986		JP 1598988 C JP 2023100 B JP 59080026 A AU 2081883 A CA 1192270 A GB 2129257 A,B		28-01-1991 22-05-1990 09-05-1984 03-05-1984 20-08-1985 10-05-1984

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82